

**CASO CLÍNICO****ENFERMEDAD PULMONAR OCUPACIONAL: A PROPOSITO DE UN CASO. ESTADO LARA. VENEZUELA.**

\* Yolanda Verratti.

---

**PALABRAS CLAVE:** Enfermedad pulmonar. Humos. Gases. Soldadura.

**RESUMEN**

Caso clínico de trabajador masculino de 49 años de edad, ocupación soldador en empresa azucarera, expuesto por 16 años a humos y gases producto de las soldaduras durante el proceso de trabajo. Inicia con disnea progresiva hace 02 años, antecedente de no fumador. Para establecer el diagnóstico se describen y analizan los criterios: Clínico, Paraclínicos, Ocupacional, Higiénico, Epidemiológico y Legal. Finalmente se diagnostica Enfermedad pulmonar Intersticial Difusa con Fibrosis pulmonar y reducción de la capacidad respiratoria. En el criterio Epidemiológico concuerda con estudios que ubican a los soldadores entre las ocupaciones con exposición a humos y gases de la soldadura de hierro, níquel, cromo, manganeso, estaño, que pueden incrementar el riesgo de fibrosis pulmonar intersticial. La clasificación internacional de la American Lung Association considera agentes causales de enfermedades pulmonares ocupacionales la exposición a polvos de metales tales como cadmio, berilio, aluminio, tungsteno, cobalto, así como los gases y vapores de dióxidos de nitrógeno, presentes y resultantes en este caso de la soldadura con los electrodos referidos en el criterio Higiénico. Se concluye como enfermedad pulmonar ocupacional por exposición a humos y gases de soldadura, fue certificado en el Instituto Nacional de Prevención Salud y Seguridad Labores (INPSASEL) con una Discapacidad Total y Permanente para el Trabajo Habitual, según la Ley Orgánica de Prevención Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT), determinándose una Discapacidad del Sesenta y siete% (67%). Se destaca la importancia de reglamentar en materia de exposición ocupacional a agentes químicos, vigilar los ambientes laborales, realizar monitoreo biológico a los trabajadores y establecer medidas de control efectivas para los humos y gases de soldaduras.

---

**OCCUPATIONAL DISEASE LUNG: A CASE REPORT. VENEZUELA**

**KEY WORDS:** Lung disease. Welding fumes. Gases.

**SUMMARY**

Case worker male 49 years, welder occupation sugar company, for 16 years exposed to fumes and gases produced during welding work. Starts with progressive dyspnea 02 years ago, no history of smoking. To establish the diagnosis are described and analyzed criteria: Clinical, Paraclinical, Occupational, Toilet, Epidemiological and Legal. Finally Diffuse Interstitial lung disease with pulmonary fibrosis and reduced respiratory capacity is diagnosed. In the Epidemiological criteria consistent with studies that place welders among occupations with exposure to fumes and gases of the soldering iron, nickel, chromium, manganese, tin, which can increase the risk of pulmonary interstitial fibrosis. The international classification of the American Lung Association considers causal agents of occupational lung diseases exposure to powders of metals such as cadmium, beryllium, aluminum, tungsten, cobalt, as well as gases and vapors of nitrogen dioxides, present and resulting in this case welding with the electrodes on toilet referred criterion. We conclude as occupational lung disease from exposure to fumes and gases was certified by the National Institute of Prevention Health and Safety Work (INPSASEL) with a Total and Permanent Disability for the Usual Job, according to the Organic Law on Prevention Conditions and Environment Work Environment (LOPCYMAT), being determined Disability Sixty-seven% (67%). The importance of regulating in occupational exposure to chemical agents monitoring work environments, conduct biological monitoring of workers and establish effective control measures for welding fumes and gases is highlighted.

---

\* Médico Especialista en Salud Ocupacional. Profesora Asistente Postgrado de Salud e Higiene Ocupacional. Decanato de Ciencias de la Salud. UCLA. Médico Ocupacional II del Instituto Nacional de Prevención Salud y Seguridad Laborales. (INPSASEL).  
Mail: [yolandaverratti@ucla.edu.ve](mailto:yolandaverratti@ucla.edu.ve) verratti\_soto\_yolanda@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades pulmonares ocupacionales (EPO) constituyen un grupo de procesos patológicos cuya principal característica es la relación causal entre la exposición en el trabajo a riesgos químicos tales como polvos orgánicos, inorgánicos, humos, vapores, gases, rocíos o neblinas y la presencia de enfermedad en el árbol pulmonar. Se calcula que la superficie de los alvéolos pulmonares alcanza unos 70 metros cuadrados, y es ventilada por unos 10.000 litros de aire diarios, por lo que el pulmón resulta un órgano muy accesible a la inhalación de una suspensión de partículas sólidas en el aire, que denominamos polvos, estos pueden ser de diversas materias y se constituyen en los agentes aspirados <sup>(1)</sup>

La gravedad de estas enfermedades (EPO) viene dada por el tipo y la agresividad del agente inhalado, la intensidad y duración de la exposición, la dosis de la sustancia, la ventilación del ambiente de trabajo, el uso correcto del adecuado equipo de protección respiratorio.

En este caso en particular se trata de exposición en el trabajo a la inhalación de polvos inorgánicos productos de los humos y gases de soldadura, que son una mezcla de sustancias que dependen del material de las piezas a soldar, así como del revestimiento que tengan, del material de las varillas de los electrodos o cables usados para soldar, y del aire presente en la zona de soldadura.

Las sustancias inorgánicas que al inhalarse tienen mayor poder fibrógeno son el sílice, carbón, asbesto, berilio; a pesar que el hierro sea considerado de poco poder al mezclarse con otras sustancias como el cromo, níquel y manganeso se potencia su poder fibrótico en el pulmón. <sup>(2)</sup>

Desde el punto de vista de la clasificación para las EPO se emplean diversos criterios, por ejemplo anatómicas, y se clasifican en: parenquimatosas, bronquiales y pleurales; o con criterio fisiológico si se consideran las que producen restricción, obstrucción o alteraciones mixtas. En esta investigación fue considerada la clasificación de la American Lung Association, que las divide según el agente causal y según la topografía pulmonar, siendo la fibrosis pulmonar intersticial la afectación parenquimatosa pulmonar para el caso que se estudio. <sup>(2)</sup>

Dentro de esta clasificación las **enfermedades intersticiales difusas y crónicas del pulmón** constituyen un grupo de afecciones en las cuales las principales alteraciones anatómo- patológicas inciden en las estructuras alveolo intersticiales y también, en muchas ocasiones, las pequeñas vías aéreas y las arterias y venas pulmonares. La mayoría de ellas tienen una evolución lenta (meses o años).<sup>(3)</sup> Cuando estas entidades no se resuelven espontáneamente o tras un tratamiento específico, conducen a una fibrosis pulmonar, en donde las unidades alveolo-capilares han sido destruidas y sustituidas por tejido fibroso y en donde existe una grave alteración del intercambio gaseoso. <sup>(4)</sup>

Las EPO constituyen pues un tema de enorme interés por ser causa de morbilidad, ausentismo laboral y finalmente discapacidad laboral, siendo prioritario identificar su etiología para prevenir este tipo de enfermedades ocupacionales. Por ello, su abordaje debe ser multidisciplinario siendo necesaria la participación de neumónólogos, inmunólogos, alergólogos, médicos ocupacionales, epidemiólogos, toxicólogos e Higienistas laborales entre otros.

## Clasificación

Existen varias clasificaciones importantes para las enfermedades pulmonares ocupacionales, entre ellas cabe mencionar la de Maldonado T. L, considerada como práctica ya que se basa en el mecanismo de acción de los contaminantes, la reacción orgánica producida y la enfermedad resultante. <sup>(5)</sup>

Para este estudio se seleccionó la de la American Lung Association por tener dentro de su clasificación específicamente mencionado las fibrosis pulmonares, siendo la adecuada para el caso que nos ocupa en la presente investigación. <sup>(2)</sup>

**Tabla 1. Clasificación de las EPO**

Tabla 1. Clasificación de las EPO según el agente causal y la forma de presentación.	
SEGÚN AGENTE CAUSAL	
A. Polvos inorgánicos	
1. Polvos fibrogenéticos: sílice, silicatos (talco, caolín, mica, pizarra, cemento) y asbesto	
2. Polvos no fibrogenéticos: polvo de carbón, grafito, hierro, óxido férrico y otros polvos inertes (estaño, bario, zirconio y carburo de tungsteno)	
3. Metales: cadmio, berilio, tungsteno, cobalto, aluminio	
4. Fibras minerales artificiales: fibras de aislamiento, filamentos continuos y fibras cerámicas	
B. Polvos orgánicos:	
1. Antígenos de actinomicetos: pulmón de granjero, bagazosis, enfermedad de los trabajadores del aire acondicionado y humidificadores	
2. Antígenos aviarios: pulmón de criador de palomas	
3. Otros antígenos de hongos o bacilos: suberosis y sequisis	
4. Proteínas y enzimas vegetales y animales: asma ocupacional	
C. Gases y vapores químicos	
Amoniaco, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, cloruro de hidrógeno (ácido clorhídrico gaseoso), gas cloro, fósforo, ozono, hidrocarburos policíclicos e isocianatos	
D. Radiaciones ionizantes	
SEGÚN TOPOGRAFÍA	
A. Afectación bronquial:	
1. Bronquitis crónica: Las evidencias se basan sobre todo en las exposiciones a polvos orgánicos e inorgánicos, conociéndose poco acerca de los riesgos que pudieran acarrear a largo plazo las exposiciones a concentraciones moderadas de gases o vapores químicos irritantes	
2. Asma:	
• Mecanismo inmunológico	
• Mecanismo no inmunológico: irritante, inflamatorio o farmacológico	
3. Cáncer de pulmón: carcinoma epidermoide y de células pequeñas (radiaciones ionizantes, asbesto, arsénico inorgánico, cromatos, níquel, cloroéteres e hidrocarburos policíclicos) fundamentalmente	
B. Afectación parenquimatosas:	
• Enfisema	
• Neumonitis por hipersensibilidad	
• Enfermedad pulmonar granulomatosa difusa.	
• Fibrosis pulmonar	
• Bronquiolitis obliterante y bronquiolitis obliterante con neumonía organizativa	
C. Afectación pleural:	
• Engrosamientos/calificaciones pleurales	
• Derrame pleural	
• Mesotelioma	

Fuente: Casas Maldonado F. Enfermedades pulmonares ocupacionales.

## Etiopatogenia y Epidemiología

La **Fibrosis Pulmonar se define como una neumonía intersticial fibrosante crónica, limitada al pulmón**, asociada al patrón radiológico y/o histológico de la neumonía intersticial usual, que afecta generalmente a adultos mayores de 50 años. <sup>(6)</sup>

Las **enfermedades intersticiales difusas del pulmón** constituyen un grupo muy heterogéneo de afecciones que tienen manifestaciones clínicas, radiológicas y funcionales comunes, en las cuales las principales alteraciones anatómo-patológicas afectan a estructuras alveolo intersticiales, es decir, afectan al epitelio, las paredes alveolares, al endotelio capilar y al tejido conjuntivo (perilinfático y perivascular)

comprendido entre los septos y situado en el tejido peribronquial y peribronquiolar. <sup>(7)</sup>

La mayoría de las enfermedades intersticiales difusas del pulmón, sean de etiología conocida o no, tienen una patogenia similar. Sin embargo, no se conocen exactamente los mecanismos que conducen a la aparición de las lesiones inflamatorias y fibróticas. La hipótesis más actualizada es que, como consecuencia de la acción de un agente causal (conocido o no), se produce una lesión en el epitelio que recubre las paredes alveolares y como respuesta a ésta, células inflamatorias (macrófagos alveolares, neutrófilos, linfocitos, eosinófilos, mastocitos) y células parenquimatosas (fibroblastos) liberan una serie de mediadores celulares, originando inflamación crónica alveolar (*alveolitis*) y lesión tisular prolongada. Esto permitiría la aparición de fibroblastos con características diferenciales (aumento de la capacidad de proliferación y de la síntesis de colágeno), que determinarían el desarrollo de fibrosis pulmonar. <sup>(3)</sup>

Por otra parte, se describe en la literatura que la inhalación de humos de metales duros al soldar materiales con vanadio, tantalio, cromo, molibdeno, cobalto, cromo y níquel pueden causar fibrosis pulmonar. <sup>(8)</sup>

En 1990 la agencia Internacional para la investigación del cáncer (IARC) clasificó a los humos de soldadura como posible agentes carcinógenos para los seres humanos en base a 23 estudios epidemiológicos. <sup>(9)</sup>

Tanto en Literatura Internacional como Nacional se encuentra que los humos de soldadura están compuestos por una compleja mezcla de sólidos condensados muy pequeños, (vapores y gases) que pueden producir efectos pulmonares, entre ellos los de cromo hexavalente y el níquel reconocido como agentes cancerígenos. <sup>(10, 11)</sup>

## Diagnostico enfermedad intersticial pulmonar ocupacional

El diagnóstico de las enfermedades intersticiales del pulmón requiere una metódica y sistemática aproximación multidisciplinaria, es decir, la combinación de la información clínica, radiológica e histológica. <sup>(7)</sup>

Para el diagnóstico de estas enfermedades pulmonares como ocupacionales se deben conformar los cinco criterios diagnósticos necesarios, así tenemos:

**Criterio Ocupacional:** Exhaustiva investigación sobre la vida profesional del trabajador, lugar de trabajo, su antigüedad laboral y en el puesto de trabajo.

**Criterio clínico:** Una buena anamnesis puede orientar hacia el diagnóstico de alguna entidad en concreto y puede resultar muy útil en el diagnóstico diferencial. Se debe realizar la Historia laboral/ocupacional en la cual se incluya todas las actividades laborales realizadas en orden cronológico, antigüedad laboral y en el puesto de trabajo con sus respectivas exposiciones a riesgo y la duración de las mismas. También debe investigarse la utilización de fármacos o tratamientos que sean potencialmente tóxicos para el pulmón, como la radioterapia.

Así mismo se debe indagar en los antecedentes familiares y los antecedentes personales para otras enfermedades sistémicas.

### Manifestaciones Clínicas

Los síntomas son muy inespecíficos, generalmente es de comienzo insidioso y se suele caracterizar por disnea de esfuerzo progresiva, en muchas ocasiones acompañada de tos improductiva. El inicio de los síntomas es lento, pero van empeorando con el tiempo. La demora entre el inicio de la sintomatología y el diagnóstico final es variable y puede estar entre los 6 meses y los 2 años <sup>(6)</sup>. Los signos más frecuentes son los crepitantes inspiratorios y las acropaquias, aunque no están presentes en todos los pacientes. <sup>(7)</sup>

### Criterio Paraclínico

#### Radiografía simple de tórax

Nos permite valorar la distribución de las lesiones, monitorizar su evolución y diagnosticar la aparición de complicaciones. En la mayoría de los pacientes con clínica, existen alteraciones radiológicas, pero existe un 10% de pacientes con radiografías normales.

Los patrones radiológicos relacionados con enfermedad pulmonar intersticial pulmonar crónica son: vidrio deslustrado, nodulillar, reticular, reticulonodular y pulmón en panal de abeja, que suelen afectar de forma difusa a ambos hemitórax. <sup>(7)</sup>

#### Figura1. Radiografía de tórax: infiltrado reticulonodulillar. Pulmón en panal de abeja o vidrio deslustrado



Fuente: Molinari L. Pulmón del soldador. Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.

### Tomografía computarizada Torácica.

En general, ofrece imágenes en vidrio deslustrado que son indicativas de inflamación y potencialmente reversibles, mientras que las imágenes de reticulación y la panalización indican fibrosis y cambios irreversibles. Mediante la Tomografía es posible determinar el patrón radiológico más característico (reticular, consolidación, vidrio deslustrado, nódulos), distribución anatómica y otros hallazgos añadidos (presencia de adenopatías, atenuación en mosaico, empedrado, derrame pleural...). <sup>(4)</sup>

### Estudio funcional respiratorio: Espirometría

Ante todo paciente con síntomas respiratorios crónicos está indicada la Espirometría. El patrón característico es el llamado patrón restrictivo, caracterizado por una reducción de la capacidad vital forzada (FVC) y un cociente entre el volumen espirado en el primer segundo (FEV1) y la FVC (FEV1/FVC) mayor de 70%. La utilidad de este estudio permite monitorizar la evolución, orientar el pronóstico y la respuesta al tratamiento. <sup>(4)</sup>

## Broncoscopia con lavado bronquioalveolar

La broncoscopia permite obtener muestras citológicas del espacio alveolar (lavado broncoalveolar-LBA) y muestras histológicas del parénquima pulmonar. Sin embargo, generalmente los resultados del análisis del LBA tendrán un valor orientativo, servirá para descartar entidades, fundamentalmente infección y neoplasia, y apoyar diagnósticos diferenciales.<sup>(4)</sup>

## Biopsia transbronquial

Realizada mediante fibrobroncoscopia puede permitir el diagnóstico de algunas Enfermedades pulmonares: sarcoidosis, alveolitis alérgica extrínseca, histiocitosis X, amiloidosis, linfangioleiomiomatosis, proteinosis alveolar, eosinofilia pulmonar y algunas neumoconiosis. El diagnóstico definitivo requiere en muchos casos el estudio histopatológico del parénquima pulmonar.<sup>(7)</sup>

Los resultados de la biopsia pulmonar no deben ser tomados como absolutos a la hora de establecer un diagnóstico. Hay enfermedades pulmonares secundarias a exposiciones ocupacionales o ambientales que se han asociado a patrones histológicos que son completamente indistinguibles de las enfermedades pulmonares idiopáticas.<sup>(4)</sup>

## Resonancia magnética pulmonar

Tiene valor para evaluar los pulmones, los tejidos blandos circundantes y en caso de posible invasión metastásica pulmonar.

**Criterio Higiénico:** está conformado por la actividad laboral en sí misma que realiza el paciente (proceso productivo de trabajo), las herramientas de trabajo, las materias primas, el estado físico de las sustancias químicas que manipula y el tipo de contacto que tiene con ellas, las mezclas, concentraciones cantidades y dosis de dichas sustancias, el tiempo de exposición diaria y total a las sustancias, las temperaturas bajo las cuales se procesan, las características y dimensiones físicas de los espacios en que trabaja, los equipos de protección utilizados.

**Criterio Epidemiológico:** comprende la morbilidad presentada durante los años de exposición del grupo de trabajadores expuestos,

otros casos clínicos similares reportados en el mismo centro de trabajo o en centro de trabajos que laboran con igual proceso productivo y materias primas o intermedias; la literatura científica reportada que vincula y apoya la relación causa-enfermedad que se estudia.

**Criterio legal:** en la República Bolivariana de Venezuela está descrito claramente en el artículo 70 de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT 2005) con la definición de enfermedades ocupacionales.<sup>(12)</sup>

## TRATAMIENTO Y PRONÓSTICO

Los objetivos fundamentales del tratamiento son:

- Reconocer el agente causal en el proceso de trabajo.
- Evitar la exposición al agente causal
- Suprimir o disminuir el componente inflamatorio de la enfermedad con medicamentos.
- Evitar y tratar las complicaciones.<sup>(7)</sup>

Con respecto al pronóstico de la enfermedad, se deben establecer controles y seguimientos mensuales, trimestrales y anuales que dependerán de la evolución de los síntomas y signos.

## CASO CLINICO

### Criterio Clínico y para clínico

Paciente masculino de 49 años, quien acude a la consulta de Medicina Ocupacional del Instituto Nacional de Prevención Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL) a los fines de evaluación médica. Inicia su enfermedad desde el año 2005 aproximadamente, con tos seca continua, dificultad respiratoria con disnea progresiva de dos años de evolución.

Antecedentes funcionales: sin antecedentes tabáquicos personales, ni familiares de cáncer, padre fallecido accidente, madre sana. Le realizaron múltiples exámenes paraclínicos durante los años 2006, 2007, 2008, tales como:

- ✓ Rx tórax 2006: infiltrado parenquimatoso reticular bilateral.
- ✓ Tomografía computarizada de tórax: Acentuados cambios parenquimatosos con patrón intersticial reticulonodular dominante a expensas de las

bases en relación con enfermedad intersticial difusa crónica.

- ✓ Espirometrías en varias oportunidades del año 2007: las cuales concluyen: Patrón mixto a predominio restrictivo.
- ✓ Fibrobroncoscopia, año 2007: Sin evidencia de lesión ni alteración de la mucosa endobronquial; examen citológico: células inflamatorias y algunas atipias nucleares, con serología para hongos negativo.
- ✓ Espirometrías (varias) año 2008: Franco patrón restrictivo pulmonar.
- ✓ Tomografía de tórax año 2008: Fibrosis pulmonar bilateral residual, enfisema paraseptal
- ✓ Prueba de esfuerzo cardiovascular año 2008: no se alcanza el 100% de la frecuencia cardíaca máxima aunque la capacidad aeróbica es buena.

El paciente recibe tratamiento con antiinflamatorios con esteroides tipo glucocorticoides. Al examen físico Peso: 87 kg talla: 1,74 cm, frec resp: 14 r.p.m, Frec cardíaca: 82 l.p.m Sin alteraciones en la esfera ORL, boca con edentula parcial, mucosas orales normocoloreadas, amígdalas eutróficas, no se palpan adenomegalias, murmullo vesicular presente en ambos campos pulmonares sin sobregregados, disnea progresiva a medianos esfuerzos. Resto del examen físico sin alteraciones.

### ***Criterio Ocupacional***

El paciente laboró por 16 años como soldador en una entidad de trabajo cuyo proceso de trabajo consistía en la transformación de la caña de azúcar en azúcar refinada para el consumo humano.

### ***Criterio Higiénico***

Se realiza inspección en cuatro oportunidades al puesto de trabajo y a las actividades de soldador realizadas por el trabajador. La tarea consistía en soldar en el área de molinos, específicamente haciendo el revestimiento de las masas de los molinos (hierro), las cuales eran 20 masas por molino usando el electrodo GRIDUR 150, cuya composición química es de cromo y carbono, y se usaban aproximadamente 62 kgrs de dichos electrodos por masa en cada molino, para un total de 1240 kgrs por molino. Para revestir una masa el trabajador tardaba hasta tres días en jornadas 7.00 a.m a 9.00 p.m. Los trabajos de soldadura con este electrodo GRIDUR 150 se hacían a diario.

Estos electrodos<sup>(13,14)</sup> son utilizados especialmente para las masas de los molinos en las industrias azucareras, se pueden aplicar sobre las masas en movimiento realizando la molienda, con el objetivo de depositar puntos de soldadura para reducir el deslizamiento del bagazo y aumentar la eficiencia del molino, está compuesto por carbono y cromo.

El material a soldar verificado durante la inspección en los molinos de caña es principalmente hierro que al combinarse con otros metales dan a origen a las diferentes aleaciones, entre estos metales tenemos el carbono, cobre, vanadio, zinc, níquel, plomo, aluminio, cromo, estaño, molibdeno, silicio, tungsteno.

Para revestir con soldadura los martillos del desfibrador, que se encuentra en el conductor de caña, se debía introducir a través de una ventanilla de un cuarto (1/4) de metro cuadrado, es un área cerrada con únicamente esta ventanilla para entrar y salir, esto se hacía durante seis meses dos veces por semana.

El ambiente de trabajo de acuerdo a la tarea a realizar podía ser ventilado en ocasiones y cerrados y poco ventilados en otras, estas áreas del proceso de trabajo son ambientes con presencia de contaminantes químicos: humos metálicos producto de la soldadura, bagazillo, y con riesgos físicos (ruido, calor, radiaciones no ionizantes, vibraciones) las cuales son inherentes al proceso de trabajo, con temperaturas entre 30 a 45 °C, así como a condiciones disergonómicas.

El trabajador se encontraba expuesto de igual forma a riesgos químicos en otras tareas de soldador (tal como se encuentra en la hoja de datos de seguridad suministrada por la empresa) con sustancias tales como: electrodo revestido para soldadura LICOLN 7018-1, el cual contiene Manganese, formándose al momento de la soldadura óxido de hierro, óxidos complejos de manganeso, ozono y dióxido de Nitrógeno.<sup>(13,14)</sup> Otro electrodo usado era el 6010 y E6010 que contienen un núcleo sólido de acero al carbono recubierto con un fundente, con una cantidad variable de polvos metálicos, polvo de ferro aleaciones, minerales metálicos, óxidos inorgánicos, carbonatos y fluoruros, materiales de silicio, manganeso, cromo, níquel, cobre, todos ellos en diversas concentraciones con producción de diferentes humos por el

consumible de la soldadura, el material que es soldado y la radiación del arco, tales como: humos particulados de óxidos de metales complejos, fluoruros y silicatos provenientes del material soldado; humos gaseosos, tales como ozono y óxido de nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono, con inhalación de estos humos por periodos de tiempo prolongados.<sup>(15,16)</sup>

En este orden de ideas la organización Internacional del trabajo (OIT) <sup>(17)</sup> definió la soldadura como un proceso donde se separan o se unen piezas por medio de soplete, arco eléctrico y otras fuentes de calor, con el fin de cortar o unir las piezas de metal por fusión.

Para la medición ambiental de estos humos de soldadura existen tablas de Valores Umbrales Límite, que son índices para valorar la peligrosidad de los diversos agentes y en las cuales se establecen cifras a las que se puede exponer ocupacionalmente la mayor parte de la población durante 40 hrs. a la semana, sin presentar alteraciones; sin embargo estas cifras son únicamente indicadoras y no son absolutas, ya que su nivel de seguridad dependerá de la susceptibilidad o resistencia de los individuos.<sup>(5)</sup>

En la literatura revisada se establece en la Norma Venezolana Covenin 2253-2001 denominada Concentraciones ambientales permisibles (CAP) de sustancias químicas en los lugares de trabajo <sup>(11)</sup> que para humos metálicos provenientes de soldaduras el límite permisible es de: Partículas totales: CAP 5 mg/m<sup>3</sup>. Los humos metálicos provenientes de soldaduras no podrán ser clasificados en forma simple. Su composición y cantidad dependen de la aleación que se está soldando, del proceso de electrodos usados. No deben realizarse un análisis correcto de estos humos sin considerar la naturaleza del proceso de soldadura y del sistema que se examina; para las aleaciones ferrosas también se usa la soldadura de arco de ambientes oxidantes que generan considerable cantidad de humos y pueden producir monóxido de carbono en vez de ozono. Generalmente, estos humos están compuestos por partículas discretas de escoria amorfa que contienen hierro, manganeso, silicio y otros constituyentes metálicos dependiendo del sistema de aleación. Los compuestos de cromo y níquel se encuentran en los humos cuando se soldan con arco compuesto de acero inoxidable. Algunos electrodos revestidos y con núcleo de fundente contienen fluoruros y los

humos asociados con ellos pueden contener cantidades mucho mayores de fluoruros que de óxidos. Debido a los factores anteriores, los humos provenientes de soldadura de arco deberán ser analizados frecuentemente para determinar sus componentes individuales que posiblemente estén presentes, para establecer si se ha sobrepasado la CAP específica. <sup>(11)</sup>

Para este caso la entidad de trabajo no realizó estudios que demuestren la concentración ambiental de humos metálicos en el lugar de trabajo, por lo que se desconoce si se encuentra dentro de los límites o ha sobrepasado la Concentración Ambiental Permisible (CAP). Así expuesto se entiende que no hay medidas realizadas a nivel del ambiente y aún menos a nivel de la fracción respirable personal del trabajador. Se expone en la misma Norma que debido a las amplias variaciones individuales, cabe esperar que alguna fracción de la población de trabajadores expuestos pueda ser afectada en niveles iguales o inferiores a las concentraciones ambientales permisibles.

La falta de medición ambiental de los contaminantes por humos y gases metálicos expuso al trabajador del estudio a laborar en ambientes sin evaluación ni control, quedando así demostrado que aún manteniendo niveles ambientales dentro de lo permisible, si este fuera el caso (no hay registros demostrados) las variaciones individuales son de especial interés, de igual forma que la mezcla de los polvos, gases o vapores de diversos productos se potencian y multiplican su poder patológico a nivel biológico individual y/o colectivo.

Unido a esto no se puede dejar de mencionar que en los ambientes con temperaturas extremas, como en este caso cuyas temperaturas ambientales alcanzan teóricamente en la literatura descrita, entre 25-45 °C, se produce un aumento de la frecuencia respiratoria con un mayor número de respiraciones por minuto, lo que provoca mayor inhalación de fracciones de polvos respirables en la unidad de tiempo, esto se traduce en mayor cantidad de polvo que alcanza las vías respiratorias altas y bajas con sus respectivas consecuencias a la salud.<sup>(17)</sup>

Con respecto a la patogenicidad del polvo o humo inhalado, se mide por su potencial para producir fibrosis, la cual dependerá de las características fisicoquímicas de las partículas y está

relacionada al tamaño y forma de las partículas las que ocasionan fibrosis deben medir alrededor o menor de 5 micras de diámetro, que son las que por su tamaño se encuentran suspendidas en el aire, lo que permite que puedan ser inhaladas y lleguen hasta los espacios aéreos terminales del aparato respiratorio. Las partículas mayores se retienen en las vías respiratorias superiores y se eliminan con la secreción mucosa debido al movimiento ciliar del epitelio bronquial. <sup>(5)</sup>

También influye la densidad de las partículas, motivo por el cual se depositan más fácilmente las partículas metálicas que las de sílice y silicatos. <sup>(5)</sup>

En el presente caso el trabajador fue expuesto a humos y gases de diferentes materiales que por el propio proceso de soldadura, condensación, combustión, propiedades físico-químicas llegan a tamaños inferiores a 5 micras y que pueden depositarse hasta los espacios alveolares pulmonares.

Para concluir se debe considerar que todas estas exposiciones a las diversas sustancias mencionadas se constituyen en riesgos químicos como elementos determinantes para el origen o agravamiento de enfermedades respiratorias.

### Criterio Epidemiológico

Durante el estudio del caso en particular no se encontraron en la entidad de trabajo otros casos similares en soldadores, ni se llevaba el registro de morbilidad específica por parte del servicio de seguridad y salud en el trabajo.

En la literatura revisada desde el punto de vista epidemiológico tenemos que la cantidad de trabajadores dedicados a la soldadura es incontable. Así encontramos un estudio en Finlandia<sup>(18)</sup> en el cual se describe que el número de trabajadores expuestos a humos de soldadura entre los años 1960 a 1984 fue alrededor de 100.000 trabajadores, dos tercios de ellos estuvo expuesto a humos que contenían hierro como único componente. <sup>(18)</sup>

En las conclusiones de dicho estudio Finlandes se tiene que entre las ocupaciones más comunes que se exponen a estos humos son los soldadores y los mecánicos, al igual que la exposición a los humos y polvos de hierro pueden incrementar el riesgo de padecer de siderosis y fibrosis pulmonar intersticial,

las cuales pueden estar asociada con el riesgo de contraer cáncer de pulmón. <sup>(18)</sup>

En otros estudios<sup>(19)</sup> se ha conseguido que al evaluar 11 empresas con diferentes procesos productivos, determinaron que los soldadores que allí trabajaban utilizaban principalmente hierro, níquel, cromo, manganeso y estaño.

De igual forma se encontró que entre los principales problemas pulmonares presentados por la exposición a soldadura está la neumonitis causada por óxido de hierro, neumonía por exposición a vapores de manganeso, lesión pulmonar aguda por exposición a óxidos de cadmio y de nitrógeno, irritación de vías respiratoria y asma por gases de ozono. <sup>(20)</sup>

Desde el punto de vista bibliográfico se encontró un estudio <sup>(21)</sup> en el que se identifica las industrias y profesiones con más riesgo de afectar al aparato respiratorio. Se pueden atribuir al trabajo en las industrias de caucho, plásticos, cuero, textiles, **alimentarios**, agricultura y construcción con el 19% de los casos de Enfermedad pulmonar.

Por otra parte tenemos que según la clasificación internacional de la American Lung Association es considerado como agentes causales de enfermedades pulmonares ocupacionales la exposición a polvos inorgánicos de metales tales como las partículas de cadmio, berilio, aluminio, tungsteno, cobalto, así como los gases y vapores químicos de dióxido de nitrógeno.<sup>(2)</sup> Con especial relevancia este último por su relación en este caso por ser el gas resultante de la soldadura de metales con los electrodos referidos en el criterio higiénico.

### Criterio Legal

En la legislación Venezolana se define en la Ley Orgánica de Prevención Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo las enfermedades ocupacionales como: los estados patológicos contraídos o agravados con ocasión del trabajo o exposición al medio en el que el trabajador se encuentra obligado a trabajar, tales como los imputables a la acción de agentes físicos y mecánicos, condiciones disergonómicas, meteorológicas, agentes **químicos**, biológicos, factores psicosociales y emocionales que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos



enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporal o permanente. <sup>(12)</sup>

Bajo esta definición se enmarca la exposición ocupacional por 16 años de trabajo a agentes químicos producto de la combustión generada al soldar, los humos y gases metálicos del material soldado, los electrodos usados y sus revestimientos y el arco de soldadura, con los que laboraba el paciente, así como las alteraciones orgánicas y funcionales generadas en su sistema respiratorio.

## CONCLUSIONES

Establecidos todos y cada uno de los criterios planteados, el paciente de ocupación soldador fue diagnosticado como Enfermedad pulmonar Intersticial Difusa por exposición a humos y gases metálicos con Fibrosis pulmonar y reducción de la capacidad respiratoria pulmonar y certificado por INPSASEL como **Enfermedad Ocupacional** con carácter progresivo, lo que le ocasiona al trabajador una **Discapacidad Total y Permanente para el Trabajo Habitual**, según la LOPCYMAT, determinándose por aplicación del Baremo Nacional para la asignación del porcentaje de Discapacidad por Enfermedades Ocupacionales un porcentaje de Discapacidad de Sesenta y siete% (67%).

## DISCUSION

Las enfermedades pulmonares ocupacionales se han descrito en la literatura desde los tiempos de Hipócrates, a pesar de ello demostrar la asociación con el trabajo cuando se presenta la sintomatología en los trabajadores es una tarea ardua y minuciosa que debe reunir los criterios diagnósticos para enfermedad ocupacional. En Venezuela es el INPSASEL el instituto técnico científico encargado de esta responsabilidad. Para ello se dispone de un equipo multidisciplinario conformado por técnicos en higiene y seguridad industrial, abogados, y médicos especialistas en Salud Ocupacional en quienes recae la responsabilidad de certificar la enfermedad ocupacional y asumir las consecuencias legales que se generan.

Sin embargo los efectos a la salud en el trabajador ya han sucedido y el menoscabo respiratorio está presente, con las limitaciones para el tratamiento médico que tiene esta enfermedad. Por lo tanto es en la identificación de los riesgos en los puestos de

trabajo, en el conocimiento de las sustancias químicas con las que se labora diariamente, en los efectos a la salud que ellas generan, y las efectivas medidas de control, en las que se debe centrar la prevención de este tipo de enfermedades.

Durante el estudio de este caso se encontró que la bibliografía examinada coincide y refuerza los hallazgos encontrado desde el punto de vista clínico y paraclínico. De igual forma se encontró sustento teórico para la relación entre la exposición a humos particulados de óxidos de metales complejos, fluoruros y silicatos provenientes del material soldado; así como a gases, tales como ozono y óxido de nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono y nitrógeno, todos ellos productos de la combinación entre el material soldado y los electrodos consumidos que son utilizados para soldar y su relación estrecha con la aparición de síntomas respiratorios crónicos con exámenes paraclínicos que determinaron el diagnóstico de enfermedad pulmonar intersticial difusa con fibrosis y reducción de la capacidad respiratoria. <sup>(2,4, 7, 18, 22)</sup>

## RECOMENDACIONES

- ✓ Llevar un registro pormenorizado de las empresas que manejan sustancias químicas.
- ✓ Instaurar un sistema de vigilancia epidemiológica en los ambientes de trabajo que usan sustancias químicas es esencial para la prevención de las enfermedades pulmonares ocupacionales.
- ✓ Supervisar el cumplimiento de la reglamentación legal en cuanto a los límites permisibles, propiedades físicos-químicas, dosis, uso, concentraciones y mezclas de sustancias en los puestos de trabajo.
- ✓ Realizar monitoreo biológico en los trabajadores expuestos a los químicos tomando en cuenta los efectos adversos a la salud y las variaciones individuales.
- ✓ Implementar adecuadas y efectivas medidas de control para los humos y gases que se generan en los procesos de soldadura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MARTÍNEZ C., QUERO A., ISIDRO I., REGO G. Enfermedades pulmonares profesionales por inhalación de polvo inorgánicos. Instituto Nacional de Silicosis.

- Hospital Central de Asturias. Oviedo. Asturias. Oviedo. España.
2. CASAS MALDONADO F. Enfermedades pulmonares ocupacionales.
  3. El médico interactivo diario electrónico. Enfermedades pulmonares profesionales y ambientales.
  4. PEDRO J MARCOS, CARMEN MONTERO, ISABEL OTERO GONZÁLEZ. Una mirada general a las enfermedades pulmonares intersticiales y una específica a la fibrosis pulmonar idiopática. Servicio de Neumología. Instituto de Investigación Biomédica de la Coruña. Galicia Clínica. Sociedad Gallega de Medicina Interna.
  5. MENDEZ M. Enfermedades Broncopulmonares de trabajo.
  6. XAUBET A., ANCOCHEA J., BOLLO E. Normativa sobre el diagnóstico y tratamiento de la fibrosis pulmonar idiopática. Archivos de Bronconeumología. 2013; 49(8): 343 – 353.
  7. RODRÍGUEZ PORTAL J., DÍAZ BAQUERO A., RODRÍGUEZ BECERRA E. Enfermedades Intersticiales difusas del pulmón. Fibrosis pulmonar idiopática.
  8. Grupo de trabajo de salud laboral de la comisión de salud pública del consejo interterritorial del sistema nacional de salud coordinación del protocolo. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica Silicosis y otras neumoconiosis. Instituto Nacional de Silicosis. España. Madrid.
  9. Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (International Agency for Research on Cancer –IARC). Monografías OMS.
  10. Instituto de Salud y Seguridad Ocupacional de Estados Unidos (OSHA). 2008. La Soldadura puede ser peligrosa. WWW. Scif.com/safety/safetymeeting/Article.Asp?ArticleID=568.
  11. Comisión Venezolana de de Normas Industriales. Norma Covenin 2253-2001. Concentraciones ambientales permisibles de sustancias químicas en los lugares de trabajo e índices biológicos de exposición. 3era Revisión.
  12. Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT) 2005. Gaceta oficial 38236. Caracas Venezuela.
  13. Ficha técnica de Seguridad de Lincoln Electric de alambres tubulares de autoprotección para soldadura de plasma. Date: 08-01-02. MSDS N° US-CW142.
  14. Ficha técnica de Seguridad de Lincoln Electric de alambres tubulares de autoprotección para soldadura de plasma. Date: 11-17-03. MSDS N° US-CW285.
  15. LINCOLN ELECTRIC. 2001. Catalogo de electrodos revestidos Gri-Tec. Editorial Lincoln. Soldaduras de Venezuela. Maracay. Venezuela.
  16. LINCOLN ELECTRIC. 2007. Catalogo de electrodos revestidos Gri-Tec. Editorial Lincoln. Soldaduras de Venezuela. Maracay. Venezuela.
  17. Organización internacional del Trabajo. 1994. Manual de entrenamiento en Seguridad Salud y Condiciones de Trabajo. Editorial Abya-Yala. 1ª Edición. Ecuador.
  18. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health- Finlandia.
  19. ROJAS E. 2004. Identificación y prevención de riesgos de origen químicos en centros laborales de Santiago de Cuba.
  20. LA DOU, J. 1999. Medicina Laboral y Ambiental. Editorial Manual Moderno. 2ª edición. México, DF.
  21. HNIZDO E, SULLIVAN PA, BANG KM, WAGNER G. Association between chronic obstructive pulmonary disease and employment by industry and occupation in the US population: a study of data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. Am J Epidemiol, 2002; 156: 738 – 746.
  22. ORIA, N. Procesos peligrosos y trastornos en la salud de los soldadores de una empresa azucarera. Carora. Estado Lara. Trabajo de grado. 2010.

23. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Idiopathic pulmonary fibrosis: diagnosis and treatment. International consensus statement. Am J Respir Crit Care Med 2000; 161: 646 – 64.
24. HOUMAN R F, MORGAN A., "Particle deposition", En: BRAIN J O, PROCTOR O F, REID L M., Respiratory defense mechanisms, Nueva York, Marcel Oekker Inc., 1977, 125 – 56.
25. MALDONADO T. L., "Clasificación de las enfermedades broncopulmonares de trabajo", Bol Med IMSS, 1979, 21:19. "Grupo de trabajo sobre la definición de las neumoconiosis", IV Conferencia Internacional sobre las Neumoconiosis, Bucarest, 27 de septiembre a 2 de octubre de 1971, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra.
26. MOLINARI L. Pulmón del soldador. Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.
27. Organización Panamericana de la Salud. Enfermedades Ocupacionales Guía para su diagnóstico. Junio 1989.